

# 窒化物半導体におけるテラヘルツ領域誘電応答に関する研究

千葉大学大学院工学研究科 石谷 善博

## 1. はじめに

窒化物半導体は、青色や白色発光 LED や青や紫外での半導体レーザ、近年では電子デバイスにも応用されている材料である。主要 2 元化合物 GaN, AlN, InN の中で InN は高い飽和電子速度を持つとされながら、その結晶成長の困難性から物性解明が遅れている。特にその表面安定化フェルミレベルが伝導帯底より高エネルギー側にあり、表面に電子蓄積層が形成され、面電子密度が  $10^{13}\text{cm}^{-2}$  程となることが分かっている。表面蓄積電子はデバイス構成にあたり大きな障害となる。ホール測定など電氣的測定では、その影響が測定結果に現れているが、赤外反射分光によるプラズモン観測ではその影響が観測されない。<sup>1)2)</sup> これらの結果から THz 領域の電場振動に対する表面蓄積電子の応答特性が極端に悪いことが予測される。本研究では、表面蓄積電子の高周波応答特性を明らかにすることを目的とする。

## 2. 実験方法

測定試料には、n 型および p 型の InN を用いた。膜厚は  $0.7 - 5\ \mu\text{m}$  程度であった。高周波特性を 3 領域に分け、3THz 程度 ( $100\text{cm}^{-1}$ ) 以上の波数域では赤外反射分光測定、1 THz (約  $30\text{cm}^{-1}$ ) 付近では THz 波パルスを用いた時間領域分光 (TDS)、100GHz (約  $3\text{cm}^{-1}$ ) 付近では矩形導波管を用いたベクトルネットワークアナライザによる電磁波の反射率測定を行った。

## 3. 結果と考察

赤外反射分光で n 型試料では波数の減少とともに反射率は減少し、 $100\text{cm}^{-1}$  付近で 80% 程度となるが、p 型試料では 40% 程度であった。これは、正孔の移動度が小さいためである。TDS の  $60\text{cm}^{-1}$  付近では、n 型試料では 90% 程度以上、p 型試料では 40% 程度であり、波数の減少に対しては、 $10\text{cm}^{-1}$  以下で p 型試料においては S/N が悪いものの急激な増加が見られる。70 - 100 GHz の電磁波の反射では n 型試料ではほぼ 100%、p 型試料では周波数の増加に伴い、ほぼ 100% から減少し、100GHz 程度で 40-80% となることが分かった。この結果、振動数側での反射率の急激な増加から、電子または正孔の散乱速度が印加電場の振動数に伴って大きく変化し、特に低振動数側での応答特性が上がっていると言える。今後  $10\text{cm}^{-1}$  付近の S/N の向上を行い、その結果に基づいてキャリア散乱速度の急激な変化のメカニズムを解明する。

## 参考文献

- [1] Y. Ishitani, *et al.*, J. Appl. Phys. **103**, pp. 053515-(1-10) (2008).
- [2] Y. Ishitani, *et al.*, Phys. Stat. Sol. A **207**, pp. 56-64 (2012).